

PAT-NO: JP407258875A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 07258875 A
TITLE: METHOD FOR CONTROLLING LIQUID QUALITY IN
CIRCULATING TANK OF JET PICKLING EQUIPMENT
PUBN-DATE: October 9, 1995

INVENTOR-INFORMATION:
NAME
AIHARA, MASAKI
MATSUNAGA, HIKOSAKU
NIIYAMA, TORU

ASSIGNEE-INFORMATION:
NAME COUNTRY
KAWASAKI STEEL CORP N/A

APPL-NO: JP06051965
APPL-DATE: March 23, 1994

INT-CL (IPC): C23G003/02

ABSTRACT:

PURPOSE: To adequately control liquid quality by determining the amt. of the waste acid and/or fresh acid from circulating tanks to be supplied into a circulating tank for fresh water by using the kinds of the steel strip to be continuously fed, feed speed, etc., as desired functions for optimization control.

CONSTITUTION: This device has pickling tanks 1 to 3 and the circulating tanks 11 to 13 for supplying acid solns. 8 to 10 thereto, respectively and sprays the acid solns. 8 to 10 to the steel strip S traveling in the pickling

tanks 1 to 3, thereby pickling the steel strip. These tanks are so connected that the acid solns. 8 to 10 after pickling are returned and circulated again to the corresponding circulating tanks 11 to 13 and are successively sent to the upstream side tanks 12, 11 from the circulating tank 13 at need. The liquid quality control at the time of the pickling is executed by detecting the hydrogen ion concns. and liquid levels of the circulating tanks 11 to 13 at the point of the present time. The liquid quality is controlled by supplying any
among the waste acids TH, the fresh acids TN and the pure water T<SB>i</SB> into the necessary circulating tanks 11 to 13 in accordance with these detected values, the hydrogen ion concns. necessary at the point of the present time and the target values of the hydrogen ion concns. necessary after the required time.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の酸洗槽と、前記各酸洗槽に酸液をそれぞれ供給する複数の循環タンクとを備え、前記各酸洗槽で、走行する鋼帯表面へ前記各循環タンクからの酸液を噴流状態で投射して前記鋼帯を酸洗し、酸洗に使用された酸液が前記各酸洗槽から再び対応する各循環タンク内に戻って循環するとともに、前記複数の循環タンクが、必要に応じて酸液を隣接する循環タンクへ順次流し送れるように相互に連結されている噴流酸洗設備の、前記各循環タンク内の液質を制御する方法において、前記各循環タンク内の現時点での水素イオン濃度および液位を検出し、これらの検出値と、現時点で必要な各循環タンク内の水素イオン濃度の目標値と、所定時間後に必要な各循環タンク内の水素イオン濃度の目標値とに基づいて、前記循環タンクからの廃酸、新酸、および純水のうち少なくともいずれかを、必要に応じて前記各循環タンクに投入することを特徴とする噴流酸洗設備の循環タンク内の液質制御方法。

【請求項2】 複数の酸洗槽と、前記各酸洗槽に酸液をそれぞれ供給する複数の循環タンクとを備え、前記各酸洗槽で、走行する鋼帯表面へ前記各循環タンクからの酸液を噴流状態で投射して前記鋼帯を酸洗し、酸洗に使用された酸液が前記各酸洗槽から再び対応する各循環タンク内に戻って循環するとともに、前記複数の循環タンクが、必要に応じて酸液を隣接する循環タンクへ順次流し送れるように相互に連結されている噴流酸洗設備の、前記各循環タンク内の液質を制御する方法において、前記各循環タンク内の現時点での水素イオン濃度、鉄イオン濃度、および液位を検出し、これらの検出値と、現時点で必要な各循環タンク内の水素イオン濃度および鉄イオン濃度の目標値と、所定時間後に必要な各循環タンク内の水素イオン濃度および鉄イオン濃度の目標値とに基づいて、前記循環タンクからの廃酸、新酸、および純水のうち少なくともいずれかを、必要に応じて前記各循環タンクに投入することを特徴とする噴流酸洗設備の循環タンク内の液質制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、鋼帯を連続的に酸洗する噴流酸洗設備の、各循環タンク（各酸洗槽で鋼帯表面に噴流投射される酸液がそれぞれ蓄えられたタンク）内の液質を制御する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 鋼帯を連続的に酸洗する方法のうち、噴流酸洗設備により酸洗槽内の鋼帯にノズルから酸液を噴流状態で投射する方法は、鋼帯表面のスケールを効率良く除去できるため近年多く利用されている。このような噴流酸洗設備は、図9に示すように、複数の酸洗槽1～3と、各酸洗槽1～3に酸液8～10をそれぞれ供給する複数の循環タンク11～13とを備え、各酸洗槽1～

3で、走行する鋼帯Sの表面へ各循環タンク11～13からの酸液を図示されないノズルにより噴流状態で投射して鋼帯Sを酸洗するとともに、鋼帯Sに投射されて脱スケール反応を行った酸液は、酸洗槽から再び対応する循環タンク内に戻って循環するようになっている。

【0003】 また、各循環タンク11～13は、必要に応じて酸液を隣接する循環タンクへ順次流し送れるように相互に連結されており、ここでは、鋼帯Sの出側の循環タンク13から入側の循環タンク12、11へと順次流入するために、それぞれの流路25、27にポンプ26、28が設けられている。さらに、鋼帯Sの出側から新酸が供給され、廃酸は入側の循環タンク11から廃酸タンクT_Hに排出されるようになっている。

【0004】 このような噴流酸洗設備では、脱スケール性の異なる鋼帯を連続的に酸洗する場合や、鋼帯の走行速度が変化する場合には、酸洗槽における脱スケール反応比率が変化して循環タンクに戻る酸液の酸濃度が変化するため、循環タンク内の酸濃度が適正範囲から外れて、適切な酸洗処理がなされないという問題点があった。

【0005】 これに対して、各循環タンク内の酸濃度を適正範囲に保持して適切な酸洗処理を行うために、特開平4-318184号公報には、各循環タンクの酸濃度と酸液レベルに応じて、循環タンクからの廃酸および／または新酸を、上流側（鋼帯の入側）の二つ以上の循環タンクへ投入することにより、循環タンクの酸液レベルを保持しながら、各循環タンク内の酸濃度を上流側から下流側に向けて直線的に増加するように制御する方法が開示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前記特開平4-318184号公報に開示された方法では、前述のような、脱スケール性の異なる鋼帯を連続的に酸洗する場合や、鋼帯の走行速度が変化する場合に対する循環タンク内の酸濃度調整の応答性に関して改善の余地がある。

【0007】 本発明は、このような点に着目してなされたものであり、噴流酸洗設備の循環タンク内の液質制御方法において、脱スケール性の異なる鋼帯を連続的に酸洗する場合や、鋼帯の走行速度が変化する場合における循環タンク内の酸濃度調整の応答性が高い方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】 本件発明者等は、上記目的を達成するために鋭意検討を重ねた結果、以下の知見を得て発明を完成させた。すなわち、前記特開平4-318184号公報に開示された噴流酸洗設備の循環タンク内の酸濃度制御方法では、酸液レベルをある範囲に保持しながら、当該循環タンク内の酸濃度がある範囲に保持されるように、循環タンクからの廃酸および／または

新酸の、上流側（鋼帯の入側）の二つ以上の循環タンクへの投入量を制御量として算出あるいは制御する、所謂フィードバック制御が実行されているにすぎない。

【0009】ところが、この循環タンク内の酸液の液位レベルは非常に大きく、即ち容量が大きいために、前述の各制御量をフィードバックにより変更制御しても実質的な循環タンク内の酸液の酸濃度の応答性に劣る。したがって、前述のように、脱スケール性の異なる鋼帯が送給されたり、その送給速度が変化したりした場合には、脱スケール反応比率が変化するために循環タンク内の酸液の酸濃度も変化してしまうが、これに追従すべく前記フィードバック制御を実施しても、当該循環タンク内の酸液の酸濃度は当該鋼帯の送給中に十分に追従し得ない可能性がある。

【0010】したがって、実際の連続酸洗作業では、例えば最も応答性の高い鋼帯の送給速度を変更制御しなければならなくなり、結果的に当該鋼帯の送給速度を減少方向に変更制御した場合には、当該鋼帯の連続酸洗工程の稼働率が低下することになる。しかしながら、昨今の連続酸洗作業では、実際に連続送給される鋼帯の種類やその酸洗に必要な送給速度等は事前に認識できるから、逆に、これらのパラメータを所謂制御工学に言う最適化制御の目的関数として用い、例えば所謂プロセスコンピュータ等によって、この各パラメータの下に最適化制御を達成し得る前記投入量（循環タンクからの廃酸および／または新酸の、上流側の二つ以上の循環タンクへの投入量）を制御量として算出あるいは制御するようにすればよい。このとき、現時刻から所定時間後の循環タンク内の酸液の酸濃度を時系列的に並べ、この酸濃度に対する各制御量を変化させた場合のマトリックスから、当該各時刻の酸濃度を達成する各制御量の最適値を得ればよいことになる。

【0011】よって、請求項1の発明は、複数の酸洗槽と、前記各酸洗槽に酸液をそれぞれ供給する複数の循環タンクとを備え、前記各酸洗槽で、走行する鋼帯表面へ前記各循環タンクからの酸液を噴流状態で投射して前記鋼帯を酸洗し、酸洗に使用された酸液が前記各酸洗槽から再び対応する各循環タンク内に戻って循環するとともに、前記複数の循環タンクが、必要に応じて酸液を隣接する循環タンクへ順次流し送れるように相互に連結されている噴流酸洗設備の、前記各循環タンク内の液質を制御する方法において、前記各循環タンク内の現時点での水素イオン濃度および液位を検出し、これらの検出値と、現時点で必要な各循環タンク内の水素イオン濃度の目標値と、所定時間後に必要な各循環タンク内の水素イオン濃度の目標値とに基づいて、前記循環タンクからの廃酸、新酸、および純水のうち少なくともいずれかを、必要に応じて前記各循環タンクに投入することを特徴とする噴流酸洗設備の循環タンク内の液質制御方法を提供する。

【0012】また、請求項2の発明は、複数の酸洗槽と、前記各酸洗槽に酸液をそれぞれ供給する複数の循環タンクとを備え、前記各酸洗槽で、走行する鋼帯表面へ前記各循環タンクからの酸液を噴流状態で投射して前記鋼帯を酸洗し、酸洗に使用された酸液が前記各酸洗槽から再び対応する各循環タンク内に戻って循環するとともに、前記複数の循環タンクが、必要に応じて酸液を隣接する循環タンクへ順次流し送れるように相互に連結されている噴流酸洗設備の、前記各循環タンク内の液質を制御する方法において、前記各循環タンク内の現時点での水素イオン濃度、鉄イオン濃度、および液位を検出し、これらの検出値と、現時点で必要な各循環タンク内の水素イオン濃度および鉄イオン濃度の目標値と、所定時間後に必要な各循環タンク内の水素イオン濃度および鉄イオン濃度の目標値とに基づいて、前記循環タンクからの廃酸、新酸、および純水のうち少なくともいずれかを、必要に応じて前記各循環タンクに投入することを特徴とする噴流酸洗設備の循環タンク内の液質制御方法を提供する。

【0013】前記純水は、循環タンク内の水素イオン濃度および鉄イオン濃度をほとんど変化させず、且つ脱スケール反応に悪影響を及ぼすイオン等を含まない水を意味する。

【0014】

【作用】請求項1の発明によれば、前記各循環タンク内の水素イオン濃度および液位の検出値と、現時点で必要な各循環タンク内の水素イオン濃度の目標値と、所定時間後に必要な各循環タンク内の水素イオン濃度の目標値とに基づいて、例えば、水素イオン濃度検出値の現時点での目標値からの偏差に応じた現時点での酸濃度調節量と、水素イオン濃度検出値の所定時間後の目標値からの偏差に応じた所定時間後の酸濃度調節量との和から、各循環タンクへの新酸供給量と廃酸供給量とを算出し、各循環タンクの液位保持のための必要量および／または水素イオン濃度の調節のための必要量を各循環タンクへの純水供給量とし、前記各供給量に応じて、廃酸、新酸、および純水を前記各循環タンクに投入することにより、各循環タンク内の酸濃度を現時点で必要な範囲に確保しながら、脱スケール性の異なる鋼帯を連続的に酸洗する場合や、鋼帯の走行速度が変化する場合にも、循環タンク内の酸濃度をすばやく調整できるため、各循環タンク内の酸濃度を適正範囲に保持して適切な酸洗処理を行うことができる。

【0015】また、請求項2の発明によれば、前記各循環タンク内の水素イオン濃度、鉄イオン濃度、および液位の検出値と、現時点で必要な各循環タンク内の水素イオン濃度および鉄イオン濃度の目標値と、所定時間後に必要な各循環タンク内の水素イオン濃度および鉄イオン濃度の目標値とに基づいて、例えば、水素イオン濃度検出値の現時点での目標値からの偏差に応じた新酸の加減

量と、水素イオン濃度検出値の所定時間後の目標値からの偏差に応じた新酸の加減量との和をそれぞれ算出して各循環タンクへの新酸供給量とし、鉄イオン濃度検出値の現時点での目標値からの偏差に応じた廃酸の加減量と、鉄イオン濃度検出値の所定時間後の目標値からの偏差に応じた廃酸の加減量との和をそれぞれ算出して各循環タンクへの廃酸供給量とし、各循環タンクの液位保持のための必要量および／または水素イオン濃度および鉄イオン濃度の調節のための必要量を各循環タンクへの純水供給量とし、前記各供給量に応じて、廃酸、新酸、および純水を前記各循環タンクに投入することにより、各循環タンク内の酸濃度を現時点で必要な範囲に確保しながら、脱スケール性の異なる鋼帯を連続的に酸洗する場合や、鋼帯の走行速度が変化する場合にも、循環タンク内の酸濃度をすばやく調整できるため、各循環タンク内の酸濃度を適正範囲に保持して適切な酸洗処理を行うことができる。また、各循環タンク内の鉄イオン濃度を、現時点および所定時間後において、酸洗時間が最小となる所定範囲（例えば、 FeCl_2 濃度に換算して10～30重量％）に保持することにより、高効率の酸洗を行うことができる。

【0016】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づき説明する。図1は、本発明の方法が適用可能な概略装置構成図である。この噴流酸洗設備では、鋼帯Sの走行方向に沿って入側から出側に向けて No. 1～No. 3の三つの酸洗槽1～3が配置され、各酸洗槽1～3は、鋼帯S表面に酸液を噴流状態で投射する図示されないノズルを備えている。各酸洗槽1～3の出入り口には、液体シールを兼用するリンガーロール4～7が配設されている。また、各酸洗槽1～3に酸液8～10をそれぞれ供給する No. 1～No. 3の三つの循環タンク11～13を備え、各循環タンク11～13と対応する各酸洗槽1～3との間に、循環タンクから酸洗槽への給液管14、17、20、給液ポンプ16、19、22、酸洗槽から循環タンクへの戻り管15、18、21が配設されている。

【0017】これにより、各酸洗槽1～3で、走行する鋼帯Sの表面へ各循環タンク11～13からの酸液8～10をノズル4～7により噴流状態で投射して鋼帯Sを酸洗するとともに、鋼帯Sに投射されて脱スケール反応を行った酸液は、酸洗槽から再び対応する循環タンク内に戻って循環するようになっている。また、鋼帯Sの出側に配置された No. 3の循環タンク13に、ポンプ24と配管23と流量調節弁33とにより新酸タンク T_N を連結し、隣接する循環タンク11～13間をポンプ26、28と配管25、27とにより連結し、鋼帯Sの入側にポンプ30と配管29とにより廃酸タンク T_H を連結してある。新酸タンク T_N から No. 1の循環タンク11へ向かう配管32を前記配管23から分岐して、No. 1の循環タンク11との間に流量調節弁37を設けた。

前記配管32から配管34を分岐して No. 2の循環タンク12に接続し、この配管34に流量調節弁35を接続した。

【0018】これにより、新酸は各循環タンク11～13に、ポンプ24により流量調節弁37、35、33を介してそれぞれ所定量だけ供給され、必要に応じて酸液を隣接する上流側（鋼帯の入側）の循環タンクへ順次流し送り、廃酸は入側の循環タンク11から廃酸タンク T_H に排出されるようになっている。さらに、廃酸供給用の配管38が廃酸タンク T_H から No. 2および No. 3の循環タンク12、13に向けて配置され、No. 2の循環タンク12との間に流量調節弁39が、No. 3の循環タンク13との間に流量調節弁40が設けてある。

【0019】これにより、廃酸は No. 2および No. 3の循環タンク12、13に、ポンプ30により流量調節弁39、40を介してそれぞれ所定量だけ供給されるようになっている。また、純水供給用の配管42が、純水タンク T_J から各循環タンク11～13に向けて配置され、No. 1の循環タンク11との間に流量調節弁45が、No. 2の循環タンク12との間に流量調節弁44が、No. 3の循環タンク13との間に流量調節弁43が設けてあり、前記配管42の純水タンク T_J の出口近くにポンプ41が接続してある。

【0020】これにより、純水は No. 1～No. 3の各循環タンク11～13に、ポンプ41により流量調節弁45、44、43を介してそれぞれ所定量だけ供給されるようになっている。一方、図1には示されていないが、各循環タンク11～13内には、水素イオン濃度センサ、鉄イオン濃度センサ、およびレベルセンサが、廃酸タンク T_H 内には、水素イオン濃度センサと鉄イオン濃度センサが設置してあり、図1の噴流酸洗設備は、これら各センサからの検出値と、上位コンピュータから送られる現時点と所定時間後における前記各循環タンク内の水素イオン濃度および鉄イオン濃度の目標値とが入力され、これらの各データに基づいて廃酸、新酸、および純水の各循環タンクへの供給量を算出し、算出された各供給量に応じた駆動信号を前記各流量調節弁に向けて出力する、図1に示されないコントローラを備えている。

【0021】このコントローラはプロセスコンピュータから構成され、図2に示すように、前記各センサから入力された各循環タンク内の水素イオン濃度検出値 $H_1 \sim H_3$ 、廃酸タンク内の水素イオン濃度検出値 H_H 、各循環タンク内の鉄イオン濃度検出値 $F_1 \sim F_3$ 、廃酸タンク内の鉄イオン濃度検出値 F_H 、および各循環タンク内の液位検出値 $L_1 \sim L_3$ と、設定されている必要最低液位 L_0 （各循環タンク共通）と、上位コンピュータから入力された、各循環タンク11～13の現時点における水素イオン濃度の目標値 $H^{*1}_1 \sim H^{*1}_3$ 、所定時間後における水素イオン濃度の目標値 $H^{*2}_1 \sim H^{*2}_3$ 、現時点における鉄イオン濃度の目標値 $F^{*1}_1 \sim F^{*1}_3$ 、および

所定時間後における鉄イオン濃度の目標値 $F^{*2}_1 \sim F^{*2}_3$ とに基づいて、例えば下記のようにして、廃酸、新酸、および純水の各循環タンクへの供給量 $K_{N1} \sim K_{N3}$ 、 $K_{H1} \sim K_{H3}$ 、 $K_{J1} \sim K_{J3}$ を算出し、算出された各供給量に応じて新酸供給用流量調節弁37、35、32、廃酸供給用流量調節弁39、40、純水供給用流量調節弁45、44、43の開度を变化させる各駆動信号 $N_1 \sim N_3$ 、 $H_1 \sim H_3$ 、 $J_1 \sim J_3$ を前記各流量調節弁に向けて出力する。

＜新酸供給量＞酸洗処理における酸液の濃度（水素イオン濃度）は鋼帯の走行速度が大きいほど高くする必要があるので、新酸の供給量は、図3のグラフにおいて実線Aで示すように、鋼帯の走行速度に比例した値に設定される。なお、図3のグラフはHCl濃度が18%の塩酸*

$$K_{N1} = a_1 (H^{*1}_1 - H_1) + b_1 (H^{*2}_1 - H_1) \dots (1)$$

（但し、 a_1 、 b_1 は、 $a_1 \leq 1.0$ 、 $b_1 \leq 1.0$ 、 $a_1 + b_1 \leq 1.0$ を同時に満たす比例定数。）※ H_2 は、例えば下記の(2)式で算出する。

【0024】

同様に、No.2の循環タンク12への新酸の供給量（K※

$$K_{N2} = a_2 (H^{*1}_2 - H_2) + b_2 (H^{*2}_2 - H_2) \dots (2)$$

（但し、 a_2 、 b_2 は、 $a_2 \leq 1.0$ 、 $b_2 \leq 1.0$ 、 $a_2 + b_2 \leq 1.0$ を同時に満たす比例定数。）20★ H_3 は、例えば下記の(3)式で算出する。

【0025】

同様に、No.3の循環タンク13への新酸の供給量（K★

$$K_{N3} = a_3 (H^{*1}_3 - H_3) + b_3 (H^{*2}_3 - H_3) \dots (3)$$

（但し、 a_3 、 b_3 は、 $a_3 \leq 1.0$ 、 $b_3 \leq 1.0$ 、 $a_3 + b_3 \leq 1.0$ を同時に満たす比例定数。）

＜廃酸供給量＞廃酸には、鋼帯の脱スケール反応により生じた塩化第一鉄($FeCl_2$)が含まれており、水素イオン濃度が新酸より低くなっているため、廃酸を供給することにより循環タンク内の鉄イオン濃度を高くし、水素イオン濃度を低くすることができる。

【0026】図4に示すように、脱スケール時間（酸洗に要する時間）は、水素イオン濃度（HCl濃度）が同じでも鉄イオン濃度（ $FeCl_2$ の濃度）によって変わることが分かっている。すなわち、図4から分かるよう☆

$$K_{H2} = c_2 (H^{*2}_2 - H_2) / H_H + d_2 (F^{*2}_2 - F_2) / F_H$$

..... (4)

（但し、 c_2 、 d_2 は、 $c_2 \leq 1.0$ 、 $d_2 \leq 1.0$ 、 $c_2 + d_2 \leq 1.0$ を同時に満たす係数。）◆ H_3 は、例えば下記の(5)式で算出する。

【0028】

同様に、No.3の循環タンク13への廃酸の供給量（K◆

$$K_{H3} = c_3 (H^{*2}_3 - H_3) / H_H + d_3 (F^{*2}_3 - F_3) / F_H$$

..... (5)

（但し、 c_3 、 d_3 は、 $c_3 \leq 1.0$ 、 $d_3 \leq 1.0$ 、 $c_3 + d_3 \leq 1.0$ を同時に満たす係数。）

＜純水供給量＞循環タンク内の液位は、酸液が鋼帯に付着した状態で持ち去られたり蒸発することにより低下するため、図3のグラフに破線Bで示すように、鋼帯の走行速度に応じて、新酸、廃酸、および純水の供給量の和を液位保持に必要な量にする必要がある。そのため、各循環タンク11～13への純水の供給量 $K_{J1} \sim K_{J3}$ は、前記新酸供給量および／または廃酸供給量により各循環* 50

*の場合の一例を示している。また、処理する鋼帯の種類が変わって脱スケール反応率が変わる場合には、これに合わせて酸液の濃度を変える必要がある。

【0022】本実施例では、現時点で必要な酸液濃度（水素イオン濃度）と所定時間後に必要な酸液濃度（水素イオン濃度）とを、水素イオン濃度の現時点および所定時間後の目標値 $H^{*1}_1 \sim H^{*1}_3$ 、 $H^{*2}_1 \sim H^{*2}_3$ として上位コンピュータが算出し、各循環タンクの前記目標値と実際の各循環タンクでの水素イオン濃度検出値 $H_1 \sim H_3$ との偏差分を補填する量だけ新酸を供給する。

【0023】すなわち、No.1の循環タンク11への新酸の供給量（ K_{N1} ）は、例えば下記の(1)式で算出する。

☆に、酸液中の鉄イオン濃度が $FeCl_2$ 濃度換算で10～30重量%の範囲に、脱スケール時間が最小になるピーク点がある。したがって、 $FeCl_2$ 濃度で10～30重量%となる鉄イオン濃度を各循環タンクにおける目標値とすれば、短時間で脱スケール処理を行うことができる。

30 【0027】このようにして設定された鉄イオン濃度を目標値として、No.2の循環タンク12への廃酸の供給量（ K_{H2} ）は、現時点での廃酸タンク内の水素イオン濃度 H_H および鉄イオン濃度 F_H に応じて、例えば下記の(4)式で算出する。

◆ H_3 は、例えば下記の(5)式で算出する。

*タンクの液位が前記所定液位 L_0 に達しない場合には、所定液位を保持するための必要量として算出される。

【0029】すなわち、No.1の循環タンク11への純水の供給量 K_{J1} は、 $L_0 - L_1 \geq 0$ の場合に、例えば下記の(6)式で算出する。

$$L_0 - L_1 = K_{N1} + K_{J1}$$

$$K_{J1} = L_0 - L_1 - K_{N1} \dots (6)$$

また、No.2の循環タンク12への純水の供給量 K_{J2} は、 $L_0 - L_2 \geq 0$ の場合に、例えば下記の(7)式

で算出する。

$$【0030】 L_0 - L_2 = K_{N2} + K_{H2} + K_{j2}$$

$$K_{j2} = L_0 - L_2 - K_{N2} - K_{H2} \dots\dots (7)$$

同様に、No. 3の循環タンク13への純水の供給量 K_{j3} は、 $L_0 - L_3 \geq 0$ の場合に、例えば下記の(8)式で算出する。

$$L_0 - L_3 = K_{N3} + K_{H3} + K_{j3}$$

$$K_{j3} = L_0 - L_3 - K_{N3} - K_{H3} \dots\dots (8)$$

なお、このようにして算出された各供給量 $K_{N1} \sim K_{N3}$ 、 $K_{H1} \sim K_{H3}$ 、 $K_{j1} \sim K_{j3}$ 通りに、各循環タンク11～13内へ新酸、廃酸、および/または純水が供給されると、各循環タンク11～13内の水素イオン濃度および鉄イオン濃度は、各供給量 $K_{N1} \sim K_{N3}$ 、 $K_{H1} \sim K_{H3}$ により設定された値からずれることになるが、コントローラがプロセスコンピュータで構成されているため、いずれのパラメータを優先するかは適宜変更され、パラメータ変更にかかる多大なマトリックスから、最適化制御により各パラメータの最適値が設定される。

【0031】この装置により、本実施例の方法に基づいて各循環タンクの液質を制御した結果の一例を、図5および6に従来例との比較において示す。図5(a)、

(b)は、酸液として塩酸を使用して、高速酸洗材(A)、特殊鋼および低酸洗材(B)を酸洗している時の、No. 1～No. 3の各循環タンク内におけるHCl濃度を調べた結果を示すグラフであり、(a)は本実施例の制御を行わない場合の結果であり、(b)は本実施例の制御を行っている場合の結果である。

【0032】本実施例の制御を行わない場合には、図5(a)に示すように、特に高速酸洗材(A)の処理中には、No. 1およびNo. 2の循環タンク内ではほぼ酸洗処理が完了するためNo. 3の循環タンク内のHCl濃度が高くなるが、本実施例の制御によってNo. 3の循環タンク内に廃酸が供給されることにより、図5(b)に示すように、No. 3の循環タンク内のHCl濃度が適正範囲に抑えられる。

【0033】図6(a)、(b)は、酸液として塩酸を使用して、高速酸洗材(A)、特殊鋼および低酸洗材(B)を酸洗している時の、No. 1～No. 3の各循環タンク内におけるFeCl₂濃度を調べた結果を示すグラフであり、(a)は本実施例の制御を行わない場合の結果であり、(b)は本実施例の制御を行っている場合の結果である。

【0034】本実施例の制御を行わない場合には、図6(a)に示すように、特に高速酸洗材(A)の処理中には、前述の廃酸の供給によりNo. 3の循環タンク内のFeCl₂濃度が高くなるが、本実施例の制御によれば、図6(b)に示すように、No. 3の循環タンク内のFeCl₂濃度が適正範囲に抑えられる。このように本実施例の制御では、事前に認識可能な実際に連続供給される鋼帯の種類やその酸洗に必要な送給速度等のパラメータ

を最適化制御の目的関数とし、これらの目的関数から得られる循環タンク内の酸液の酸濃度を時系列的に並べて、この酸濃度を達成し得る、各循環タンクからの廃酸および/または新酸を上流側(鋼帯の入側)の二つ以上の循環タンクへ投入する量を制御量として算出あるいは制御することができるから、当該時系列的に変化する循環タンク内の酸液の酸濃度を、そのときの送給される鋼帯の種類又はその送給速度に応じて事前に制御することが可能となり、結果的に制御の応答性は向上する。

【0035】すなわち、図7に示すように、所定時間後に鋼帯の種類がAからBに変わり、これに伴って、酸濃度の適正範囲が所定範囲D_Aからこれより低いと重なる部分を有する範囲D_Bに変わる場合に、本実施例の制御においては、図7(a)のように、A鋼処理中の酸濃度の目標値を、前記A鋼の適正範囲D_AのB鋼の適正範囲D_Bと重なる部分(低濃度の範囲)D_{A'}に設定することにより、制御の応答時間を短縮することができる。

【0036】これに対して、前記特開平4-318184号公報に開示された所謂フィードバック制御によれば、図7(b)のように、A鋼の処理中の酸濃度の目標値は、A鋼の酸濃度の最適値D_{A0}(すなわち、適正範囲D_Aの中間値)に設定され、処理される鋼帯がB鋼に変わった時点で、酸濃度の目標値がB鋼の酸濃度の最適値D_{B0}(すなわち、適正範囲D_Bの中間値)に設定されるため、制御の応答時間が大きくなる。

【0037】また、図8に示すように、所定時間後に鋼帯の種類がAからBに変わり、これに伴って、酸濃度の適正範囲が、所定範囲D_Aからこれより低く且つ重なる部分を有しない範囲D_Bに変わる場合に、本実施例の制御においては、図8(a)のように、A鋼処理中の循環タンク内の酸濃度の目標値を、前記A鋼の適正範囲D_Aの最も低い値D_{AL}に設定することにより、制御の応答時間を短縮することができる。すなわち、処理される鋼帯がB鋼に変わったときに、循環タンク内の酸濃度を、前述の値D_{AL}から短時間で前記B鋼の適正範囲D_Bの最も高い値D_{BH}に変えることができる。

【0038】これに対して、前記特開平4-318184号公報に開示された所謂フィードバック制御によれば、前記と同様に、図8(b)のように、A鋼の処理中の酸濃度の目標値は、A鋼の酸濃度の最適値D_{A0}(すなわち、適正範囲D_Aの中間値)に設定され、処理される鋼帯がB鋼に変わった時点で、酸濃度の目標値がB鋼の酸濃度の最適値D_{B0}(すなわち、適正範囲D_Bの中間値)に設定されるため、制御の応答時間が大きくなる。

【0039】また、この全体的な制御の応答性の向上によって、例えば従来のように鋼帯の送給速度を減少方向に変更制御するなどの余分な制御が減少し、同時に連続酸洗操業の稼働率が向上することになる。これに加えて、本実施例では、各循環タンク内の鉄イオン濃度を検出し、その検出値に基づいて廃酸の供給量を算出して、

11

各循環タンク内の鉄イオン濃度を、現時点および所定時間後において、酸洗時間が最小となる所定範囲（例えば、 FeCl_2 濃度に換算して10～30重量％）に保持するようにしているため、高効率の酸洗を行うことができる。

【0040】

【発明の効果】以上説明してきたように、請求項1にかかる噴流酸洗設備の循環タンク内の液質制御方法によれば、各循環タンク内の現時点での水素イオン濃度および液位を検出し、これらの検出値と、現時点で必要な各循環タンク内の水素イオン濃度の目標値と、所定時間後に必要な各循環タンク内の水素イオン濃度の目標値とに基づいて、前記循環タンクからの廃酸、新酸、および純水の各循環タンクへの供給量を設定することにより、各循環タンク内の酸濃度を現時点で必要な範囲に確保しながら、脱スケール性の異なる鋼帯を連続的に酸洗する場合や、鋼帯の走行速度が変化する場合にも、循環タンク内の酸濃度をすばやく調整できるため、各循環タンク内の酸濃度を適正範囲に保持して適切な酸洗処理を行うことができる。

【0041】また、請求項2にかかる噴流酸洗設備の循環タンク内の液質制御方法によれば、各循環タンク内の現時点での水素イオン濃度、鉄イオン濃度、および液位を検出し、これらの検出値と、現時点で必要な各循環タンク内の水素イオン濃度および鉄イオン濃度の目標値と、所定時間後に必要な各循環タンク内の水素イオン濃度および鉄イオン濃度の目標値とに基づいて、前記循環タンクからの廃酸、新酸、および純水の各循環タンクへの供給量を設定することにより、前記請求項1の効果に加えて、各循環タンク内の鉄イオン濃度を、現時点および所定時間後において、酸洗時間が最小となる所定範囲（例えば、 FeCl_2 濃度に換算して10～30重量％）に保持して高効率の酸洗を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の方法が適用可能な装置構成の一実施例を示す概略図である。

【図2】図1の装置におけるコントローラのブロック図である。

【図3】鋼帯の走行速度と新酸供給量との関係を示すグラフである。

【図4】 HCl 濃度をパラメータとした脱スケール時間と FeCl_2 濃度との関係を示すグラフである。

12

【図5】No. 1～No. 3の各循環タンク内における HCl 濃度を調べた結果を示すグラフであり、(a)は本実施例の制御を行わない場合の、(b)は本実施例の制御を行っている場合の結果を示す。

【図6】No. 1～No. 3の各循環タンク内における FeCl_2 濃度を調べた結果を示すグラフであり、(a)は本実施例の制御を行わない場合の、(b)は本実施例の制御を行っている場合の結果を示す。

【図7】この実施例の制御方法と従来例の制御方法とにおける、酸濃度の目標値の設定方法の一例を示す概念図であり、(a)はこの実施例の制御方法を示し、(b)は従来例の制御方法を示している。

【図8】この実施例の制御方法と従来例の制御方法とにおける、酸濃度の目標値の設定方法の別の例を示す概念図であり、(a)はこの実施例の制御方法を示し、(b)は従来例の制御方法を示している。

【図9】従来の噴流酸洗設備を示す概略構成図である。

【符号の説明】

1～3 酸洗槽

20 8～10

酸液

11～13

循環タンク

S 鋼帯

T_N 新酸タンク

T_H 廃酸タンク

T_j 純水タンク

S 鋼帯

23, 32, 34

30 新酸供給用配管

24 新酸供給用ポンプ

30 廃酸供給用ポンプ

38 廃酸供給用配管

37, 35, 32

新酸供給用流量調節弁

39, 40

廃酸供給用流量調節弁

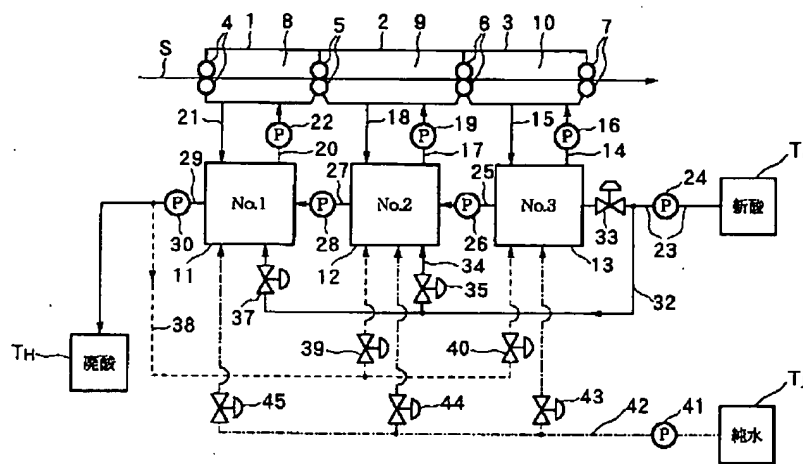
41 純水供給用ポンプ

42 純水供給用配管

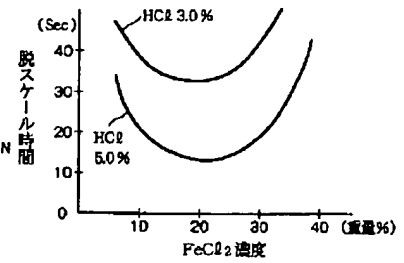
40 45, 44, 43

純水供給用流量調節弁

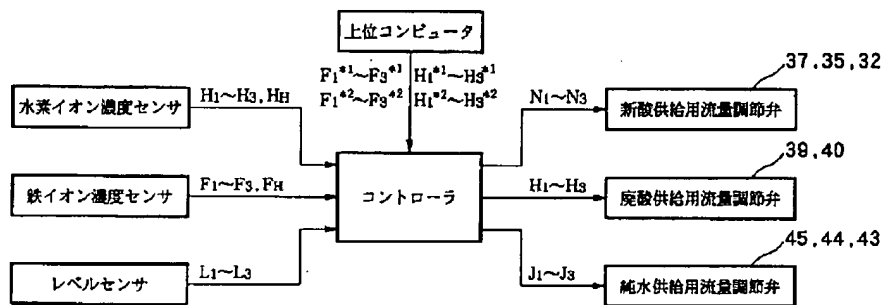
【図1】



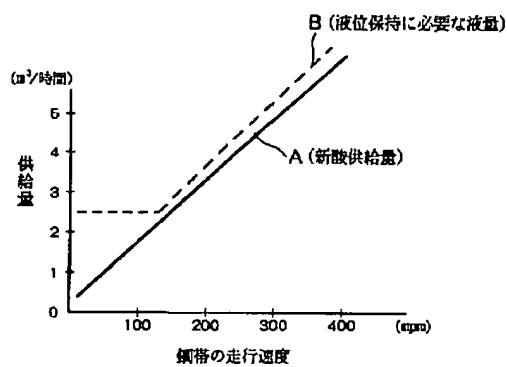
【図4】



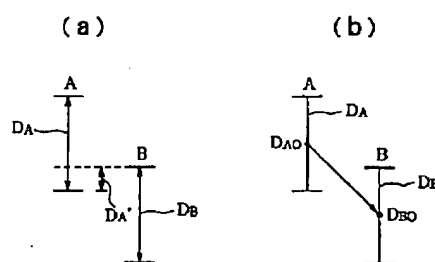
【図2】



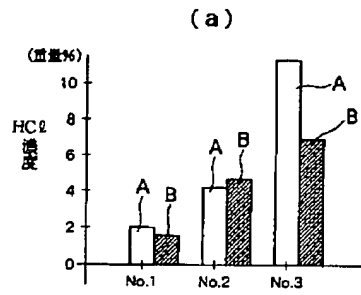
【図3】



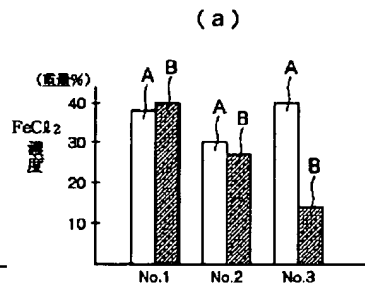
【図7】



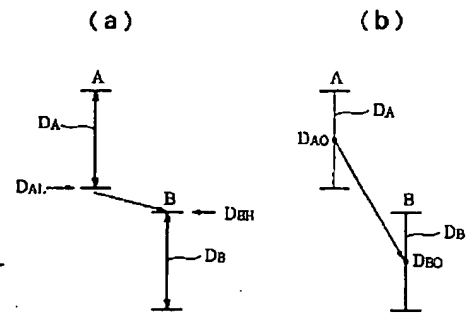
【図5】



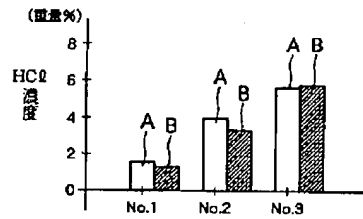
【図6】



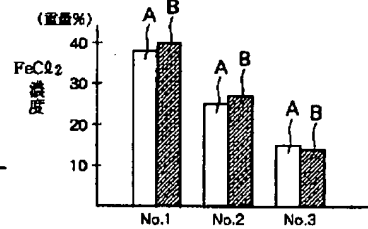
【図8】



(b)



(b)



【図9】

